

Harkkojen käyttökokemuksia pienkerrostalorakentamisessa

Mira Helenius-Hirvonen

Opinnäytetyö

Joulukuu 2018

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Helenius-Hirvonen, Mira	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 10.12.2018
	Sivumäärä 39	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: Kyllä
Työn nimi Harkkojen käyttökokemuksia pienkerrostalorakentamisessa		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Hannu Haapamaa ja Marko Viinikainen		
Toimeksiantaja(t) Betonteollisuus ry / harkkojaos		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tutkimuksen perustana ja tavoitteena oli selvittää käyttökokemuksia harkkojen käytöstä runkomateriaalina pienkerrostalomarkkinalla sekä selvittää harkon kilpailullista asemaa valtaosin käytettyihin betoni- ja puuelementteihin nähden.</p> <p>Käyttökokemuksia kerättiin aiemmin harkkoja pienkerrostalorakentamisessa käyttäneiltä rakennusliikkeiden edustajilta sekä rakennuttajilta. Aineisto tutkimukseen saatiin puhelimitse suoritetuin teemahaastatteluin, joissa selvitettiin harkkojen etuja, haittoja, hyödynnettävyyttä tulevaisuudessa ja eroja muihin kilpaileviin runkomateriaaleihin.</p> <p>Toinen osa tutkimusta toteutettiin kilpailija-analyysillä, jossa kevytsora- ja betoniharkkojen ominaisuuksia ja työtekniikkaa verrattiin pienkerrostalomarkkinan tämän hetken yleisimpiin runkomateriaaleihin, betoni- ja puuelementteihin.</p> <p>Keskeisimpänä tuloksena ilmeni, että harkkorakentamiseen suhtautuminen kohdemarkkinoilla on jokseenkin varauksellista. Harkkoja ei mielletä nykyisellään useakerroksisten rakennusten runkomateriaaliksi ja työskentelytavat ovat kullakin rakennusliikkeellä jo vakiintuneita käytäntöjä. Kuitenkin tuloksissa on nähtävissä, että harkkorakentamisen koetaan soveltuvan tiettyihin erikoistilanteisiin, joissa esimerkiksi elementtien saatavuuden ongelmat, työmaan nopeatahtinen aloitus tai arkkitehtuurinen monimuotoisuus tulevat määrääviksi tekijöiksi harkon valikoitumiseksi runkomateriaaliksi.</p> <p>Puolestaan ominaisuuksiensa ja vaadittavan työtekniikkansa puolesta harkko soveltuu moniin eri käyttökohteisiin, joista pienkerrostalomarkkina voisi olla hyvinkin potentiaalinen vaihtoehto. Toisaalta kilpailevien betoni- ja puuelementtien valtteina ovat asentamisen nopeus ja vaivattomuus.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Runkomateriaali, pienkerrostalo, harkkorakentaminen, kevytsoraharkko, betoniharkko		
Muut tiedot		

Author(s) Helenius-Hirvonen, Mira	Type of publication Bachelor's thesis	Date 10.12.2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 39	Permission for web publication: Yes
Title of publication User experiences of using blocks as frame material when building small block of flats		
Degree programme Construction and Civil Engineering		
Supervisor(s) Haapamaa, Hannu & Viinikainen, Marko		
Assigned by Betoniteollisuus ry / block section		
Abstract <p>The aim of the study was to collect user experiences of using blocks as frame material when building small blocks of flats and to find out the competitive position of the blocks compared to the most widely used concrete and wood elements.</p> <p>User experiences were collected from the representatives of construction companies and builders with already some experience of using blocks in the small block of flats sector. The material of the research was gained with theme interviews which examined the advantages, disadvantages and future utilization of the blocks and differences compared to other competing frame materials. The second part of the study was carried out by competitor analysis, in which the features of the blocks and work techniques were compared to the most common frame materials, concrete and wood elements.</p> <p>The most important result from the study was that the attitude towards the block construction on the target market is somewhat reserved. Blocks are currently not considered to be main frame material when building small blocks of flats. In addition, in the field of Finnish construction the working methods with element construction are already established practices. However, it can be seen that blocks are considered as frame building material in certain situations, e.g. when there are problems with the availability of elements or when the rapid start of construction or architectural diversity becomes a determining factor.</p> <p>In turn, blocks are very suitable for different kinds of construction areas. The features and required ways of building of the block can also be used when building small blocks of flats. On the other hand, competing concrete and wood elements have the advantage of speed and ease of installation.</p>		
Keywords/tags (subjects) Frame material, small block of flats, block structures, block of lightweight aggregate concrete, concrete block		
Miscellaneous		

Sisältö

Keskeiset käsitteet	3
1 Johdanto	4
2 Tutkimuksen lähtökohdat	5
2.1 Toimeksiantajana Betoniteollisuus ry / harkkojaos	5
2.2 Tutkimusongelma ja tavoitteet	5
3 Pienkerrostalorakentamista koskeva lainsäädäntö.....	7
4 Harkkojen käyttö pienkerrostalorakentamisessa.....	9
4.1 Näkemyksiä ulkomailta	9
4.2 Harkkojen tekniset ominaisuudet	10
4.3 Harkkorakentamisen työmaatekniikka	12
5 Tutkimuksen toteutus.....	15
5.1 Tutkimusmenetelmät	15
5.2 Aineiston kerääminen ja analysointi	17
6 Kilpailija-analyysi.....	18
6.1 Betonielementit pienkerrostalon runkomateriaalina	18
6.2 Puu(elementit) pienkerrostalojen runkomateriaalina	21
7 Teemahaastattelujen tulokset	25
7.1 Harkon käyttömahdollisuudet pienkerrostalomarkkinalla	25
7.2 Harkon koetut heikkoudet kohdemarkkinoilla	26
7.3 Harkkojen tulevaisuus pienkerrostalorakentamisessa	27
8 Johtopäätökset.....	29
8.1 Tutkimuksen luotettavuus.....	29
8.2 Tutkimuksen hyödynnettävyys	31
8.3 Kehitys- ja jatkotutkimusehdotukset	33
Lähteet	34

Liitteet..... 36

Liite 1. Teemahaastattelurunko (teemoittelu + apukysymykset) 36

Kuviot

Kuvio 1. SWOT-analyysi betonielementtirakenteista verrattuna harkkoon 21

Kuvio 2. SWOT-analyysi puurakenteista verrattuna harkkoon 24

Keskeiset käsitteet

Pienkerrostalo

2-4 kerroksinen kiinteistö, jossa on enemmän kuin yksi päällekkäin oleva asuin- tai liiketoimintaan tarkoitettu huoneisto. Sisältää myös luhtitalot.

Harkko

Käsittää tässä tapauksessa kaikenlaiset kevytsora- ja betoniharkot niin muurattuina (sis. ohutsaumamuuraus) kuin valettuina.

Harkkorakentaminen

Erialaisten ja eri harkkotoimittajien valmistamien kevytsora- ja betoniharkkojen käyttö runkomateriaalina. Tässä yhteydessä pääasiallisena kontekstina harkon käyttö rakennuksen rungossa.

Käyttökokemus

Henkilön, yrityksen tai organisaation näkökulma harkon tai jonkin muun materiaalin käytöstä koskien esimerkiksi työtekniikkaa, suunnittelutyötä ja teknisiä ominaisuuksia.

Kohdemarkkinat

Pienkerrostalorakentamisen sektori valtakunnallisesti Suomessa. Alue, jolle harkko-teollisuus visioi laajentuvansa.

1 Johdanto

Yleisesti puhuttaessa harkkorakentamisesta kuulijoiden miellelyhtymät viittaavat vahvasti pientalorakentamiseen, kellarikerrokseen, sokkeleihin ja maatalouteen. Edellä mainituissa kohteissa harkkojen käyttäminen on erityisen suosittua ja perusteltua monenkin seikan takia, varsinkin omatoimirakentajien keskuudessa. Harva tulee kuitenkaan pohtineeksi, että harkko on teknisiltä ominaisuuksiltaan taipuvainen moneen muuhunkin käyttötarkoitukseen. Tässä työssä pyritäänkin selvittämään ja selvittämään harkkojen käyttömahdollisuuksia sekä käyttökokemuksia pienkerrostalorakentamisessa, missä harkkojen käyttö on tällä hetkellä vielä melko tuntematon asia.

Nykyisellään Suomesta löytyy muutamia harkkorakenteisena toteutettuja pienkerros- ja luhtitaloja. Valtavirran trendiksi harkkorakentaminen ei ole päätyntä ja syitä tähän on monia. Esimerkiksi muuraustaito on heikentynyt rakennusalalla jo pitkään ja toisaalta joidenkin kilpailevien runkomateriaalivaihtoehtojen käyttö pienkerrostalorakentamisessa on erittäin vakiintunutta. Niin ikään moni harkkoteollisuuden toimijoista on liian pitkään profiloitunut muille sektoreille, eikä pienkerrostalorakentamisen mahdollisuuksia ole hyödynnetty riittävästi suunnittelun detaljeissa tai markkinoinnissa ylipäätään.

Työ antaa kuvauksen siitä, kuinka harkkojen käyttö pienkerrostalorakentamisessa muutamien rakentajien keskuudessa tällä hetkellä koetaan, ja mitkä seikat ovat joltaneet harkkojen käyttöön tutkittavissa pienkerrostaloreferenssikohteissa. Lisäksi harkkojen ominaisuuksia ja työmaateknisiä asioita verrataan puu- ja betonielementteihin, jotka ovat pienkerrostalojen käytetyimpiä runkomateriaaliratkaisuja. Näin harkkoteollisuus saa alustavia ideoita siihen, kuinka voisi hyödyntää kovimpien kilpailijoidensa hyväksi koettuja ominaisuuksia ja täten jatkojalostamalla omia harkkotuotteitaan. Niin ikään työ valaisee harkkorakentamisen mahdollisuuksia myös muille rakennusalan toimijoille, joilla harkkojen käytöstä pienkerrostalosektorin runkomateriaalina ei vielä ole kokemusta.

2 Tutkimuksen lähtökohdat

2.1 Toimeksiantajana Betoniteollisuus ry / harkkojaos

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Betoniteollisuus ry / harkkojaos, joka on valtakunnallisesti toimiva kaikkien harkkotoimittajien kattojärjestö. Puolestaan Betoniteollisuus ry vastaa Rakennustuoteteollisuus RTT:n betonijaoston toiminnasta. Betoniteollisuus ry:n tehtävänä on edistää betoniteollisuuden teknisiä ja taloudellisia toimintaedellytyksiä Suomessa. Rakennusteollisuus RT ry on yksi suurimmista Elinkeinoelämän Keskusliitto EK ry:n jäsenistä. (Betoniteollisuus ry 2018.)

Betoniteollisuus ry:n tehtäviin kuuluu esimerkiksi betonialan standardisointi, tilastotieteen koonti sekä merkittävänä osana alan yhteisen teknisen kehityksen ja markkinoinnin ohjaus. Järjestö on merkittävä viestijä alan toimijoiden keskuudessa ja se tuottaa esimerkiksi Betoni-lehteä ja lukuisia muita alan julkaisuja. Betoniteollisuus ry:n jäsenkuntaan kuuluu erityyppisiä, betonituotteita valmistavia yrityksiä sisältäen myös harkkoteollisuuden toimijoita. Järjestö toteuttaa tutkimus- ja kehitys- ja markkinoitintoimia eri tuoteryhmäjaos kohtaisesti. Harkkojaos muodostaa yhden tuoteryhmäjaoksen haaroista ja edustaa näin ollen Suomen harkkoteollisuutta. Harkkojaoksen jäsenistöön kuuluu harkkoalan suurimmat toimijat. (Betoniteollisuus ry 2018.)

2.2 Tutkimusongelma ja tavoitteet

Opinnäytetyö tutkii ja esittelee harkkojen käyttökokemuksia runkomateriaalina pienkerrostalorakentamisessa sekä vertailee harkko-, betoni- ja puurakentamista kohde-markkinoilla. Harkkoteollisuudella on nykyisellään vahva jalansija pientalorakentamisen (= omakotitalot, rivitalot, paritalot) sektorilla, mutta pienkerrostalorakentamista nimenomaan harkkorunkoisena on esiintynyt Suomessa vielä verrattain vähän. Työn tarkoituksena on lisätä tietoisuutta harkkorakentamisen mahdollisuuksista pienkerrostalosektorilla ja tuoda toisaalta lisätietoa harkkoteollisuuden toimijoille mahdollisista kehityskohteistaan.

Tavoitteena on tuoda esille harkkojen käyttökokemuksia pienkerrostalorakentamisessa muutamien referenssikohteiden avulla laadullisen tutkimuksen keinoin. Pyrkimyksenä on kuvata niin harkon käytön mahdollisuuksia ja hyötyjä, tunnistettuja ja koettuja heikkouksia sekä sitä, millaiset edellytykset harkkoteollisuudella on laajentua pienkerrostalosektorille vahvemmin tulevaisuudessa. Lisäksi harkkojen ominaisuuksia ja työmaatekniikkaa verrataan kilpaileviin betonielementti- ja puurakenteisiin.

Tulokset antavat harkkoteollisuuden toimijoille ideoita ja ajatuksia siitä, kuinka heidän tulisi toiminnassaan kehittyä voidakseen olla entistä potentiaalisempi runkomateriaalivaihtoehto pienkerrostalorakentamisen kohdemarkkinoilla. Työ antaa myös arvokasta tietoa siitä, mitkä seikat ovat kulloinkin vaikuttaneet harkon valikoitumisessa runkomateriaaliksi. Lisäksi tulokset ovat hyödyllistä tietoa rakennusalan toimijoille ja erityisesti pienkerrostalonrakentajille valtakunnallisesti lisäten tietoisuutta ja uusia näkemyksiä harkkorakentamisen mahdollisuuksista pienkerrostalosektorilla.

Tutkimuksella haetaan vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Mitkä ovat perusteet harkon valinnalle runkomateriaaliksi pienkerrostalorakentamisen kohdemarkkinoilla?
- Kuinka harkko vertautuu runkomateriaalina suurimpiin kilpailijoihinsa (betoni- ja puuelementit)?
- Miten harkkoteollisuuden tulisi kehittyä ollakseen potentiaalisempi runkomateriaalivaihtoehto pienkerrostalomarkkinalla tulevaisuudessa?

Työ rajautuu koskemaan nimenomaan pienkerrostaloja. Niin ikään harkkomateriaaleista tutkitaan vain muurattavia ja valettavia harkkotyyppejä, joiden kestävyys riittää kohdemarkkinoiden kerroslukuvaatimukseen. Tutkimuksesta suljetaan pois kuitenkin Siporex-tuotteet. Aiemmin harkkojen käytöstä kyseisillä kohdemarkkinoilla ei ole tehty Suomessa juurikaan tutkimuksia, lukuun ottamatta muutamia referenssikohteista kirjoitettuja artikkeleja. Tiedossa on, että kokemuksia harkkorakentamisesta pienkerrostalosektorilla on kourallinen, joita tässä työssä pyritään kuvaamaan.

3 Pienkerrostalorakentamista koskeva lainsäädäntö

Ympäristöministeriön asetukset sisältävät säädöksiä koskien rakentamisen paloturvallisuutta ja energiatehokkuutta. Näitä asetettuja säädöksiä tulee noudattaa kaikessa luvanvaraisessa rakentamisessa.

Palokuormaryhmältään pienkerrostalon asunnot sijoittuvat luokkaan alle 600 MJ/m². Pienkerrostalot kuuluvat pääosin paloluokkaan P2, mutta myös P1-paloluokkaan rakentaminen on mahdollista. P2-paloluokassa pinta-ala saa olla enintään 12 000 m² ja kiinteistö tulee olla varustettuna automaattisella sammutuslaitteistolla. P2-luokan yli 2-kerroksisissa kiinteistöissä maksimi henkilömäärä on 1000 henkeä. (A 848/2017.)

Yli 2-kerroksisissa, paloluokan P2 pienkerrostaloissa palonkestävyysvaatimuksiltaan kantavien ja jäykistävien rakenteiden tulee kellarikerroksen osalta olla luokkaa R 60 ja asuinkerrosten osalta R 60. Asuinkerroksissa lämmöneristeiden ja vastaavasti kellarikerroksessa kantavien rakenteiden täytyy olla vähintään luokkaa A2-s1, d0. Lisäksi rakennuksen tulee olla varusteltu automaattisella sammutuslaitteistolla. Mahdollisten parvekkeiden palonkestävyysvaatimus on puolet kerroksen kantavien rakenteiden vaatimuksesta. Kantavien rakenteiden on aina oltava vähintään D-s2, d2 -luokan tarviketta. (A 848/2017.)

Palotilanteessa alle 9 metriä korkean, 2-kerroksisen pienkerrostalon tulisi kestää sormatta 30 minuuttia paloa. Jos pienkerrostalossa on yli 2-kerrosta, tulee sen kestää kokonaisuudessaan sekä palo- että jäähtymisvaihe. P2-luokan rakennukset osastoidaan sekä kerroksittain että asunnoittain. Lisäksi yläpohjan ontelot jaetaan vähintään 400 m² osiin. Kun kiinteistössä on automaattinen sammutuslaitteisto, voi kellarin osastointi olla jaettu 2400 m² palo-osastoihin. Osastoivan rakennusosan siihen liittyvine laitteineen ja varusteineen on estettävä palon leviäminen palo-osastosta toiseen määrätyn ajan. Kerroksien välillä olevien rakenteiden tulee olla luokaltaan EI 60, kun kerroksia pienkerrostalossa on yli 2. Jos kyseessä on 2-kerroksinen pienkerrostalo, kerrosten välinen luokka voi olla EI 30. Samat luokkavaatimukset pätevät myös yläpohjan osastointiin. Kellarikerroksen luokkavaatimus on EI 60 ja käytettävien tarvikkeiden tulee olla vähintään A2-s1, d0 -luokkaa. (A 848/2017.)

Osastoivan rakenteen ovien, aukkojen, ikkunoiden yms. tulee kattaa vähintään puolet rakenteen palonkestävyyssajasta. Osastoivien rakenteiden läpiviennit eivät saa heikentää palonkestoa olennaisesti. Niin ikään ilmanvaihtojärjestelmä tai yläpohja- ja ontelorakenteet eivät saa kasvattaa palon leviämisen vaaraa. Sisäpuolisten seinä- ja kattopintojen osalta pienkerroistaloissa luokkavaatimus on vähintään D-s2, d2 ja verhouksessa A2-s1, d0. Uloskäytävien pinnoissa luokkavaatimus on A2-s1, d0. (A 848/2017.)

Nykyisellään harkkorakenteiset pienkerrostalot mitoitetaan useimmiten paloluokkaan P1. Tämä johtuen eristeharkoissa käytettävästä EPS-eristeestä, joka vaatii suojakseen paloa rajoittavan materiaalin. Palomääräyksiin on kuitenkin tehty muutosehdotus, jonka mukaan yli 2-kerroksisen P2-paloluokan rakennuksen lämmöneristeen ja muun täytteen tulisi olla vähintään A2-s1, d0 -luokkaa vain, kun rakennuksen runko on tehty D-s2, d2 tai sitä heikomman luokan tarvikkeista, tai jos lämmöneristettä ei ole suojattu ja sijoitettu niin, että palon leviäminen eristeeseen on rajoitettu ajan, joka rakennuksen sisä- ja ulkopuolelta ja aukkojen pielen osalta on vähintään puolet tilan osastoivien rakennusosien palonkestävyyssajavaatimuksesta. Mahdollisen muutoksen myötä myös paloluokan P2 toteutus sujuvoituu. Yleisesti harkot ovat A1-luokan tuotteita, eli ne ovat käyttäytymiseltään palamattomia.

Energiatehokkuuden osalta 2-kerroksisten pienkerrostalojen E-luvun maksimi raja-arvo on $105 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2\text{a})$ sekä 3- ja 4-kerroksisissa $90 \text{ kWh}_E/(\text{m}^2\text{a})$. Pienkerrostalot kuuluvat käyttötarkoituluokkaan 1 d ja 2. Käyttötarkoituluokkien mukaiset ulkoilmavirrat ovat $0,4 \text{ dm}^3/(\text{sm}^2)$ (luokka 1 d) ja $0,5 \text{ dm}^3/(\text{sm}^2)$. Molempien luokkien osalta lämmitysraja on 21 astetta ja jäähdytysraja puolestaan 27 astetta. E-luvun laskennan vakioituna käyttöarvoina pienkerrostalon kokoisissa rakennuksissa käytetään kokoai-kaista käyttöä, jossa valaistuksen käyttöaste on 0,1 ja muiden osalta 0,6. Sisäinen laskennallinen lämpökuorma puolestaan on ihmisistä 3 W/m^2 , kuluttajalaitteista 4 W/m^2 ja valaistuksesta 9 W/m^2 . Lämpimän käyttöveden vakioituna lämmitysenergian nettotarpeena käytetään $35 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ vuodessa. Runkorakenteina käytettävien seinien maksimilämmönläpäisykerroin saa olla $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. (A 1010/2017.)

4 Harkkojen käyttö pienkerrostalorakentamisessa

4.1 Näkemyksiä ulkomailta

Tietyt rakentamistavat ja materiaalit ovat valikoituneet vahvasti eri maiden ja alueiden käyttöön. Useimmiten syyt jonkin rakennustavan vakiintumiseksi löytyvät materiaalien saatavuuden helppoudesta tai edullisuudesta sekä esimerkiksi vallitsevista ilmasto-olosuhteista. Osaltaan myös rakentamisen vaivattomuus, materiaalin turvallisuus ja muut asumiseen liittyvät seikat vaikuttavat asiaan.

Keski-Euroopassa, esimerkiksi Itävallassa, Saksassa, Hollannissa ja Espanjassa harkkorakentaminen on ollut vallalla jo pitkään monipuolisesti rakentamisessa. Näissä maissa puu on rakennusmateriaalina huomattavasti kalliimpaa kuin kiviaines. Myös Aasiassa, erityisesti Intiassa ja Indonesiassa harkkojen käyttö monikerroksisissa rakennuksissa on suosittu tapa rakentaa. Näillä alueilla harkon käyttöä puoltavat saven ja kiviaineksen helppo saatavuus paikallisesti. Maissa, joissa kiviaineksen saanti on vaivatonta ja esimerkiksi sementin tuotanto tapahtuu suhteellisen paikallisesti, voidaan erilaisten muurattavien tuotteiden käyttöä perustella myös niiden ympäristöystävällisyyden kannalta. (Khan 2016.)

Puolestaan Meksikossa harkkoteollisuus on kehitellyt uudenlaisen harkon, joka palvelee erityisesti kaupunkien lähiörakentamista. Kehitely harkko on muodoltaan monimuotoisempi kuin vastaavat Suomessa. Harkon monimuotoisuus johtaa siihen, ettei harkkoa voi latoa päällekkäin kuin yhdellä tapaa. Lisäksi kyseistä harkkoa ei muurata lainkaan, vaan oikein koottuna harkon liitoskohdat ainoastaan juotosvataan. Muurauksen ollessa tarpeeton myös rakentamisaika lyhenee huomattavasti. Tällainen ”yksinkertaistettu” harkkorakentamisen menetelmä on kehitetty nimenomaan rakentajille, joilla ei ole käytännössä lainkaan aiempaa rakentamistaustaa. Harkkorakentamisesta onkin yritetty tehdä mahdollisimman vaivatonta ja helppoa myös omatoimirakentajille. (Cázares 2016.)

Yhdysvalloissa muutamakerroksisten talojen rakentaminen on useimmiten hoidettu puurunkoisena puun helpon saatavuuden ja edullisuuden vuoksi. Nyt kuitenkin muutamilla alueilla, erityisesti Floridan osavaltiossa on herätty puun heikkouteen esimerkiksi luonnonilmiöitä kohdattaessa. Niinpä jälleenrakentamisen ja uusien rakennusten materiaaliksi on yhä useammin valikoitunut harkko. Harkon hyvinä puolina Floridassa markkinoidaankin ahkerasti sen ”hurrikaanikestävyttä” sekä palonkesto-ominaisuuksia. Lisäksi harkkoa suositaan sen paremman kosteudensietokyvyn ja energiatehokkuuden vuoksi. (Why Concrete Block 2018.)

4.2 Harkkojen tekniset ominaisuudet

Saatavilla oleva harkkovalikoima on nykyisellään erittäin monipuolinen ja uusia harkkoinnovaatioita kehitellään jatkuvasti vastaamaan kasvaviin odotuksiin pienkerrostalomarkkinalla. Pienkerrostalosektoria parhaiten palvelevat kevytsora- ja betoniharkot, jotka voidaan työmenetelmänsä puolesta jakaa muurattaviin / ladottaviin ja valettaviin harkkoihin. Muurauksessa runkomateriaalina käytetään sekä perinteistä muurausta (= 10 mm sauma) että ohutsaumamuurausta (= 5 mm sauma). (Petrow & Kaskiaro 2016, 6.)

Kevytsora- ja betoniharkoista voidaan valmistaa kantavia rakenteita, jotka mitoitetaan standardin SFS-EN 1996 Muurattujen rakenteiden suunnittelu -mitoitusohjeen mukaan. Harkkorakenteiden suunnittelua helpottaa harkkojen moduulimitoitus. Kevytsoraharkkojen mitoituksessa standardikoista voidaan poiketa, sillä kevytsoraharkot ovat suhteellisen helppoja työstettäviä. (Petrow & Kaskiaro 2016, 10, 47–48.)

Kevytsoraharkot valmistetaan tuotteena kevytsorasta, vedestä ja sementistä sekä joissain tapauksissa lisättävistä kiviaineksista tai muista täyteaineista. Kevytsora puolestaan valmistetaan savesta polttamalla. Polton yhteydessä savi sintraantuu ja paisuu muodostaen näin kevytsoralle ominaisen kepeyden. Kevytsoraharkkojen tiheys on pääsääntöisesti joko 700 kg/m^3 tai 1000 kg/m^3 ja näitä vastaavat puristuslujuudet ovat välillä $3..5 \text{ MN/m}^2$. Kevytsoraharkkojen kapillaarisuus on esimerkiksi betoniin ja tiileen verrattaessa vähäinen. Suljetun huokosrakenteen ansiosta kevytsoraharkko-

tuotteet imevät vain vähän vettä ja toisaalta kuivuvat nopeasti. Näin ollen myös homehtuminen on erittäin epätodennäköistä, sillä kosteus ei jää harkkoihin helposti. Vesihöyryn läpäisykerroin on $20\text{--}42 \times 10^{-12} \text{ kg/msPa}$. Huokoisuutensa vuoksi myös pakkasenkesto on hyvä. (Siikanen 2009, 120–121; Petrow & Kaskiaro 2016, 12.)

Vaikka kevytsoraharkot eivät juurikaan kastu tai vety, tarvitsee ne kuitenkin pinnoittaa riittävän tiiveyden takaamiseksi. Valitun pinnoitteen, yleensä kaksi- tai kolmikerrosrappauksen, on oltava vesihöyryä läpäisevä. Myöskään rappauksen päälle mahdollisesti tuleva maali ei saa olla liian tiivis. Ulkoseinien sisäpinnat on puolestaan käsiteltävä slammaamalla, rappaamalla tai tasoittamalla tarvittavan tiiveyden saavuttamiseksi. (Siikanen 2009, 122.)

Kevytsoraharkot eristävät hyvin lämpöä ja ovat sinällään riittäviä perustuksiin ja maanvaraisten kellarien seiniin. Lämpimissä tiloissa lisäeristys on vaadittu joko eristeharkkojen tai jonkin muun lisäeristeen avulla. Palo-ominaisuuksiltaan kevytsoraharkot luokitellaan palamattomiksi ja ne soveltuvat esimerkiksi palosuojauksiin. Ääneneristävyytensä puolesta harkko on hyvä tuote esimerkiksi akustiikaltaan vaativiin kohteisiin. Kevytsoraharkolla on korkea äänenvaimennuskyky ja se eristää erityisen hyvin matalia äänentaajuuksia. (Siikanen 2009, 122.)

Huolimatta kevytsoratuotteiden valmistukseen käytettävästä sementistä, ovat kevytsoraharkkojen haitalliset ympäristövaikutukset maltillisempia esimerkiksi betonielementteihin verrattuna. Kevytsoran savi säästää soraharjuja eikä näin ollen kuluta luonnonkiviaineksia. Lisäksi kevytsoratuotteiden murskattavuus on parempi ja tätä kautta kierrätettävyyden runkoaineena tai täytemaana on helpompaa verrattaessa betoniin.

Harkkotuotteista **betoniharkot** vastaavat ominaisuuksiltaan ja ekologisuudeltaan pitkälti betonia. Niinpä betoniharkkoja käytetään usein lujutta vaativissa kohteissa. Betoniharkkoihin käytettävän betonimassan tiheys on $\geq 2200 \text{ kg/m}^3$ riippuen siitä, onko betoniharkko muurattava vai ladottava. Vesihöyryn läpäisevyys riippuen käytettävästä betonista $1 \times 10^{-16} \text{ -- } 40 \times 10^{-12} \text{ kg/msPa}$ ja vedenimukyky on 5..6 %. Pakkas-

kestoltaan, ääneneristyskyvyltään sekä pinnoitettavuudeltaan betoniharkot vastaavat kevytsoraharkkojen ominaisuuksia. (Siikanen 2009, 165–167; Petrow & Kaskiaro 2016, 14.)

Betoniharkot jaetaan muurattaviin betoni- ja eristeharkkoihin, muottiharkkoihin ja eristemuottiharkkoihin. Muurattavia betoniharkkoja käytetään perustuksissa, kellarin seinissä, ulkoseinissä sekä kantavissa ja kantamattomissa väliseinissä. Ladottavia muottiharkkoja käytetään erityistä lujuutta, tiiviyyttä ja ääneneristävyyttä vaativissa rakenteissa, kuten perustuksissa, maanpaineisiin ja osastoivissa seinissä. Muottiharkot ladotaan päällekkäin ilman muurausta ja harkkojen reiät valetaan täyteen betonilla. Eristeharkkoja käytetään lämpimien rakennusten, esimerkiksi pienkerrostalojen ulkoseinissä. Eristeharkkoja valmistetaan sekä muurattavina että ladottavina. Muurattavissa harkkotyypeissä on urat betoniterästen asennusta varten. (RT 35-10844 2005.)

Arkkitehtuurisesti harkon ehdottomana hyvänä puolena pidetään sen monimuotoisuutta. Harkoilla voidaan muihin materiaaleihin verrattuna toteuttaa suhteellisen vaivattomasti ja kustannustehokkaasti monikulmaisia ja vaativia muotoja. Pienkerrostalosektorilla harkkojen käyttö mahdollistaa uudenlaiset, kiinnostavammat suunnitteluratkaisut ilman, että se vaikuttaa huomattavasti hintaan. (Franco 2018.) Yksilöllisten muotoilumahdollisuuksiensa ansiosta harkosta rakennettaessa voidaan helpommin hyödyntää monimuotoinenkin rakennusalue, sillä rakennuksen kulmittelu ja myös kaarevat muodot onnistuvat. Lisäksi ominaisuuksiltaan harkko on täysin palamaton, lahoamaton, ääntä hyvin eristävä ja sisäilma- ja kosteusominaisuuksiltaan turvallinen tuote. Niin ikään harkkorakenteiset rakennukset ovat lähes huoltovapaita ja ne saadaan pintakäsittelyn seurauksena erittäin tiiviiksi rakenteiksi, joka puolestaan edesauttaa energiatehokkuutta. (Pienkerrostalo harkoista 2018, 1-4.)

4.3 Harkkorakentamisen työmaatekniikka

Harkkorakentamisen onnistunut tuotannonohjaus alkaa jo tarjouslaskentavaiheessa, jolloin eroteltavissa tulee olla esimerkiksi harkkokoot, -muodot, -laadut, laastit, saumausaineet ja -tavat, rakenteiden korkeudet, leveydet ja materiaalien määrät. Lisäksi

tietoon on hyvä saada mahdolliset vedeneristeet, liikuntasaumamat sijainteineen, raudoitukset ankkurointeineen, muuraussiteiden määrä, muoto ja sijoitus, limitys- ja saumatyypit, seinien tuennat, roiloukset, aukot ja syvennykset sekä esimerkiksi tieto muurauksen ajankohdasta yllättävien kustannusten minimoimiseksi.

Vaikka harkkojen saatavuus on tällä hetkellä erittäin hyvä ja työmaatilauksia voidaan tehdä lyhyelläkin aikavälillä, on jo työmaan turvallisuuden ja sujuvuuden kannalta harkko- ja muuraustarvikelähetysten vastaanotto aikatauluineen ja sijoituksineen suunniteltava tarkoin etukäteen. Näin minimoidaan turha väliaikavarastointi ja ylimääräinen siirtotyö työmaalla. Harkkorakentamisen työsuunnittelussa on huomioitava muuraustyöryhmän koko, tarvittavat siirrot, kaluston, telineiden ja laastiasemien sijoitukset, mittaus- ja aputyöt, suojaaminen ja mahdollinen lämmitystarve, muuratun pinnan jälkipuhdistus ja -saumaus, jätteiden organisointi sekä kaikkia työvaiheita koskeva työturvallisuus. (Rakennustöiden laatu 2017, 146–147.)

Muuraustyössä usein telinetyön määrä kasvaa. Työskenneltäessä telineiltä, on asianmukainen työturvallisuus otettava erityisesti huomioon. Usein harkkorakentamisen logistiikkaa suunniteltaessa saadaan kuljetus hoidettua ilman massiivisia nostureita. Harkkojen siirtoon kulloisellekin työpisteelle soveltuvat erilaiset nostimet ja kurottajat. (Rakennustöiden laatu 2017, 146–147.)

Kulloiseenkin tarpeeseen sekä eri harkkotyypeille tarkoitetut muuraus-, saumaus- ja liimaustavat sekä muut ominaisuudet tulee tarkistaa suunnitelma-asiakirjojen lisäksi harkkovalmistajien omista julkaisuista sekä CE-merkintää varmistavasta suoritustasoilmoituksesta (DoP). Suositeltavat menetelmät saattavat vaihdella paljonkin eri tilanteista ja harkkovalmistajasta johtuen. Esimerkiksi nokkalaastin käyttö vaihtelee harkkotyypistä riippuen. Harkkojen asennuksessa kiviliiman, eli polyuretaanivaahtopohjaisen liiman, käyttö on sallittua vain, kun kyseessä ei ole kantava rakenne ja kun rakenteelle ei ole asetettu palonkestovaatimuksia. (Petrow & Kaskiaro 2016, 19–21.)

Tuore muuraus kannattaa huputtaa tai suojata muutoin muoveilla kuivalla ja kuumalla säällä, jotta laasti ei kuivu liian nopeasti aiheuttaen esimerkiksi halkeamia. Myös muille vahingoittaville säävaikutuksille altistumista tulee välttää. Esimerkiksi

talviaikaan koko muurausalue on hyvä suojata lumen, jään ja tuulen varalta. Lisäksi lämpösuojaaminen on suunniteltava huolellisesti etukäteen. Lämmitystyön organisoinnissa ja järjestämisessä auttaa lämmityssuunnitelma. Laastin lämpötila ei saisi laskea alle +5 astetta muuraustyön aikana. Jos mahdollista, myös muurattavien harkkojen tulisi olla mahdollisimman lämpimiä. (Kavaja 1998, 66; Petrow & Kaskiaro 2016, 122.)

Suunnitelmien osoittamat urat ja roilot voidaan tehdä valinnan mukaan muurauksen yhteydessä tai myöhemmin jyrsimällä. Kuitenkin muiden kuin vaakasuorien tai porrastettujen työsaumojen käyttöä tulee välttää. Aukotukset voidaan tehdä siihen tarkoitukseen kehitetyillä aukonylitysharkoilla tai -palkeilla. (Kavaja 1998, 95.)

Harkkorakentamisen runkovaihetta voidaan tulevaisuudessa nopeuttaa selkeästi, kun kaikki rakentamisen osapuolet (suunnittelijat, investoijat, urakoitsijat) yhdessä kehittävät toimintatapoja ja rakentamisen logistiikkaa. Merkittävänä tekijänä runkovaiheen nopeuttamisessa on myös rakentajakokemuksen karttuminen. Osaamisen kehittyminen ja nopeutuminen varmistetaan hankkimalla riittävästi uusia kohteita, joissa samat urakoitsijat voivat tehdä useita kohteita, mielellään samalla miehityksellä. Tällöin rutiini harkkorakentamisen tekniikkaan harjaantuu ja työ sujuvoituu. (Tolppanen 2013, 174.)

Harkkoteollisuudessa on jo pitkään nähty kasvava potentiaali pientalorakentamisen ulkopuolella. Tämä on johtanut tuotekehitykseen ja uusien tuotteiden innovointiin, jotta harkkorakentamisen työmenetelmiä ja ominaisuuksia voitaisiin optimoida suurempiin, ammattirakentajien kohteisiin. Esimerkiksi Lammin Betoni on kehitellyt uuden Kuorikivi-tuotteen, joka ominaisuuksillaan parantaa rappausalustan ja pinnan hallintaa. Kuorikivi on valueristeharkko, jonka pintaan on kehitelty betonikuori rappausalustaksi. Rappauksen voi aloittaa välittömästi valun valmistuttua. (Mannila 2018.)

5 Tutkimuksen toteutus

5.1 Tutkimusmenetelmät

Työn empiirinen osuus koostuu referenssikohteiden edustajien puolistrukturoiduista teemahaastatteluista sekä kilpailija-analyysistä, missä betoni- ja puuelementtejä verrataan harkkoihin teknisiltä ominaisuuksiltaan, työtekniikaltaan ja muilta rakentamisprosessin vaiheiltaan. Koonti vertailusta tehdään SWOT-analyysin avulla. Käytettävät tutkimusmenetelmät ovat kaikki kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmiä.

Laadullista eli kvalitatiivista tutkimusta tehtäessä on huomattava, että tutkimuksen tulokset perustuvat aina tulkintoihin ja tutkittavien omakohtaisiin kokemuksiin. Laadullisen tutkimuksen tulokset ovat heikommin yleistettävissä kuin määrällisen tutkimuksen tulokset, joten lopputulemiin on suhtauduttava varauksellisesti. On myös hyväksyttävä, etteivät tutkittavan kohteen (tässä tapauksessa harkkorakentamisen pienkerrostaloreferenssikohteiden edustajien) kokemukset tule koskaan tyhjentävästi ymmärretyksi. Erityisesti puhelimitse täysin tuntematonta kohdetta haastateltaessa varaa virheille ja väärintulkinnoille on jätettävä. Laadullisten tutkimusmenetelmien yhteisenä tekijänä voidaankin mainita, ettei tutkimuksen tavoitteena ole löytää yhtä yhteistä totuutta. (Vilkkä 2005, 97–99.)

Usein laadullisen tutkimuksen pääasiallisena tiedonkeruumenetelmänä toimii haastattelu. Työssä käytettäväksi menetelmäksi on valittu puolistrukturoitu teemahaastattelu, joka suoritetaan yksilöhaastatteluna puhelimitse. Yksilöhaastattelu tuo parhaiten henkilökohtaisia kokemuksia esille ja teemahaastattelu antaa tilaa pohdinnoille myös kysymysten ja teemojen ulkopuolelta. Teemahaastatteluun on poimittu aihepiirin ja tutkittavan asian kannalta relevantteja teemoja, joiden käsittely on välttämätöntä kokemusten selvittämiseksi. Teemojen pohjalta on laadittu apukysymyksiä. Haastattelun kuluessa aiheiden tai teemojen käsittelyjärjestyksellä ei ole merkitystä, vaan haastattelun on tarkoitus olla mahdollisimman keskustelunomaista. Kuitenkin haastattelu on hyvä aloittaa taustatietojen selvittämällä haastateltavan viritämiseksi. Ennalta määritetyt teemat auttavat haastattelijaa läpikäymään kaikki vaaditut kohdat. (Vilkkä 2005, 100–102.)

SWOT-analyysi on peräisin Yhdysvalloista, jossa se kehitettiin 1960-luvulla. Sen jälkeen sitä on käytetty laajalti työkaluna eritoten oman liiketoiminnan tai tuotteen analyysiin, tutkien sekä kohteen omia ominaisuuksia ja toisaalta ulkopäin tulevia vaikutuksia. SWOT-analyysi sijoittuu vahvasti oman toiminnan tarkasteluun vertautuen kilpailuympäristöön, johon sijoitetaan yhdessä muiden toimijoiden kanssa. Tarkoituksenaan SWOT-analyysillä on tuottaa kokonaiskuva käsiteltävästä aiheesta. Analyysi auttaa eri alojen toimijoita selkiyttämään kuvaa omista vahvuuksista, heikkouksista, mahdollisuuksista ja uhista. Yhtä lailla työkalua voidaan käyttää kuvaamaan kokonaista toimialaa verrattuna kilpaileviin toimijoihin samoilla kohdemarkkinoilla. (Vuorinen 2013, 64.)

Käytettäessä SWOT-analyysiä kuvaamaan harkkoteollisuuden sijoittumista verrattuna suurimpiin kilpailijoihinsa (puu- ja betonielementit) pienkerrostalomarkkinalla pyritään ottamaan kantaa sekä nykytilanteeseen että jollain tapaa tulevaisuuden mahdollisuuksiin. SWOT:n osa-alueista S (strengths / vahvuudet) ja W (weaknesses / heikkoudet) ovat toimialan sisäisiä asioita. Puolestaan O (opportunities / mahdollisuudet) ja T (threats / uhat) ovat liiketoimintaympäristöön liittyviä ulkoisia seikkoja. Sekä sisäisiä että ulkoisia tekijöitä voidaan tarkastella niin nykyisyyden kuin tulevaisuudenkin kannalta. (Vuorinen 2013, 65.)

SWOT-analyysi auttaa harkkoteollisuuden toimijoita hahmottamaan ja selkiyttämään ajatusta siitä, kuinka laajentuminen pienkerrostalomarkkinoille voisi käytännössä onnistua. Analyysin kautta voidaan saada ideoita esimerkiksi markkinoinnin järjestämiseen ja se voi toimia innovoinnin ja tuotekehityksen innoittajana. Tässä SWOT-analyysiä käytetään nimenomaan kokoavana työkaluna. Analyysin sisältö pyritään koostamaan faktatietoon pohjautuen, eikä esimerkiksi teemahaastatteluissa ilmenneitä vastauksia oteta analyysiin mukaan.

5.2 Aineiston kerääminen ja analysointi

Teemahaastattelu toteutettiin aiemmin harkkoja runkomateriaalina käyttäneille referenssikohteiden edustajille (= rakennuttajia / rakennusliikkeiden edustajia). Haastateltaviksi referenssikohteiksi valikoitiin tilaajan osoittamat rakennushankkeet. Yhteensä teemahaastatteluun osallistui viisi eri referenssikohteen edustajaa, joista osa oli toteutettu valuharkoilla ja osa ohutsaumamuurattuina. Kaikki kohteet on rakennettu Suomen eteläosiin (= Lappeenranta, Helsinki / pk-seutu, Sipoo, Pori). Haastattelut tehtiin puhelimitse ja ne nauhoitettiin sekä kirjoitettiin puhtaaksi aineiston analysoinnin mahdollistamiseksi. Vaikka haastateltavien määrä oli kohtuullisen pieni, saatiin pienemmällä otannalla keskityttyä paremmin nimenomaan kokemusten jäsentelyyn ja perusteluihin. Nyt vastauksista saatiin perusteellisia ja haastateltaville annettiin mahdollisuus käyttää haastatteluun aikaa juuri niin kauan kuin kokivat tarpeelliseksi.

Teemahaastattelun kysymykset teemoiteltiin etukäteen tutkittavia aiheita vastaviksi. Kysymysrunko käsitteli rakennettua harkkokohdetta, rakennusprosessia itsessään, hinta- ja laatutietoja sekä harkon suositeltavuutta (liite 1). Haastateltavat eivät tutustuneet haastattelurunkoon etukäteen, vaan käsiteltävät teemat esiteltiin heille puhelimitse. Haastattelut sovittiin kullekin sopivaan ajankohtaan ja haastattelut kestivät 25–40 minuuttia. Teemahaastattelun pääpaino kunkin haastateltavan kanssa vaihteli hieman. Yleistunnelmaltaan teemahaastattelu pyrittiin pitämään vuorovai-
kutteisena ja myös kysymysrunгон ulkopuolisia, tarkentavia kysymyksiä esitettiin.

Kaikki haastattelut analysoidaan sisällön analyysin keinoin. Sisältöä tulkitaan paitsi realistisesti, myös tulkitsevasti (Alasuutari 1995, 80–81). Tuloksia analysoidaan kiinnittämällä huomiota haastatteluissa esiintyviin teemoihin ja sanoihin. Esimerkkinä pyritään löytämään yhteys olettamukselle harkon lyhyistä toimitusajoista ja hyvästä saatavuudesta. Myös määrällisen tutkimuksen analyysikeinoja hyödynnetään huomioiden samankaltaisten vastausten määrä ja toistuvuus. Tutkimuksen kannalta on tärkeää, ettei haastateltavien kaikkea sanomaa oteta kirjaimellisesti, vaan pyritään myös näkemään piilomerkityksiä sanojen takana. Johtolankojen käsittely voi toisi-

naan johtaa vääriinkin tai epätarkasti tulkittuihin päätelmiin, mutta toisaalta laadullisessa tutkimuksessa tutkija ei ole koskaan roolissaan täysin objektiivinen. (Alasuutari 1995, 78–82.)

Haastatteluihin osallistuvat pysyvät koko tutkimuksen ajan anonyymeinä, eikä tutkimustuloksia käsitellä titteleiden, nimien tai edes paikkakuntien kautta. Myös tilaajalle toimitettava haastatteluaineisto koottiin nimettömänä ja esimerkiksi tunnistettavuutta lisäävät murre sanat tms. pyrittiin poistamaan aineistosta. Toisaalta haastateltavien määrä oli jokseenkin pieni, ja tilaajalle entuudestaan tuttu, joten täyttä varmuutta anonyymiyden säilymisestä ei voida antaa. Oletettavaa kuitenkin on, ettei haastatteluista ilmene mitään erityisen arkaluonteista. Kaikilta haastateltavilta on niin ikään pyydetty lupa haastattelun nauhoittamiseen.

Anonymiteettisuoja on olennainen osa laadullisen tutkimuksen kulkua ja se on osatulosten luotettavuutta. Vaikka tutkimukseen osallistuneiden nimet olisikin myöhemmin selvitettävissä, ei nimien julkistaminen tutkimustulosten yhteydessä tuo tutkimukseen lisäarvoa. (Eskola & Suoranta 1998, 56–57.)

Betoni- ja puuelementtirakentamisen vertailu harkkorakentamiseen kohdemarkkinoilla tehdään jo valmiiksi olevan, kirjoitetun tiedon pohjalta tutustumalla alan kirjallisuuteen ja artikkeleihin sekä toimialan valmistajien tuottamaan materiaaliin.

6 Kilpailija-analyysi

6.1 Betonielementit pienkerrostalon runkomateriaalina

Suomessa valtaosa rakennettavista kerrostaloista, mukaan lukien pienkerrostalot rakennetaan betonirakenteisena. Näin on menetelty jo yli viidenkymmenen vuoden ajan. 1960-luvulta lähtien betonielementtirunkoisia kerrostaloja on rakennettu kuin liukuhihnalta ja suurimpien rakennusliikkeiden rakentamistapa on kehittynyt siitä lähtien entisestään. (Hytönen & Seppänen 2009, 39, 76.)

Kerrostalorakentamisen huippuvuosien jälkeen 1970-luvun lopulla betonielementtiteollisuus heräsi kasvavaan pientalokysyntään ja esimerkiksi myös matalampia pienkerrostaloja ja luhtitaloja alettiin rakentaa betonirunkoisina. Näin ollen myös pienkerrostalorakentamisen historia elementtirakenteisena on Suomessa pitkä ja vakiintunut. (Hytönen & Seppänen 2009, 138.) Betonirakentamisen suurena valttikorttina onkin vahvat ja vakiintuneet toimintatavat, jotka ovat siirtyneet jo sukupolvilta seuraaville ja mukautuneet eri talotyyppien kysynnän mukaan. Usein suunniteltaessa (pien)kerrostalohanketta, on ensimmäisenä ja lähes ainoana vaihtoehtona mielessä betonielementtirakenteet.

Toisaalta vakiintunut ja standardoitu betonielementtirakentaminen jättää vähemmän tilaa luovalle arkkitehtuurille. Niin ikään monilla rakennusliikkeillä on tapana gryndata lähes samanlaisia kiinteistöjä helpon ennustettavuuden ja kustannustehokkuuden vuoksi. Tämä taas vähentää kaupunkien monimuotoisuutta ja vähentää jollain tapaa asumisviihtyisyyttä. (Hytönen & Seppänen 2009, 85.) Monissa kaupungeissa onkin herätty siihen, että arkkitehtuurilta toivotaan aiempaa enemmän. Se puolestaan on tuonut joitakin haasteita betonielementtirakentamiseen ja kyseisen rakennusmenetelmän tuottavuuteen. Suunnitelmat ovat taas alkaneet olla persoonallisempia ja monimuotoisempia, mikä vaikeuttaa betonielementtirakentamisen tehokkuutta. Kompleksisuutta ovat lisänneet erityisesti yhdistelmäjulkisivut eri materiaaleineen, kattoterassikerrokset ja vesikattojen monimuotoisuus. Myöskään detaljeja ja yksiselitteisiä suunnitelmia ei ole saatu aikataulun vaatimassa tahdissa, jolloin siinä helppo elementtirakentaminen on vaikeutunut huomattavasti. (Suikka 2012.)

Yksi puoltava tekijä betonielementtien suosion takana on Suomessa vallitseva vahva kansallinen tuki betonielementtirakentamista kohtaan. Betoniteollisuus ry on toiminut maassamme eri muodoissaan käytännössä vuosikymmenten ajan ja tuottanut jatkuvasti betonielementtirakentamiseen liittyviä julkaisuja. Lisäksi ala on saanut osakseen rahoitusapua, jolla betonirakentamisen kehitys- ja tutkimustyö ja tätä kautta kilpailukyky on taattu. Tämä on osaltaan vaikuttanut myönteisesti kansalaisten asenteisiin ja lobannut kyseistä rakentamistapaa tehokkaasti eteenpäin. (Hytönen & Seppänen 2009, 190–191.)

Rakenteellisesti betonielementtirakentaminen on erityisen vaivatonta, sillä käytännössä kaikki pienkerrostalon osat voidaan toteuttaa elementtirakenteisena sisältäen ulkoseinät, välipohjat, huoneistojen väliset seinät, portaat, hissikuilut, hormit sekä tarvittavat palkit ja pilarit (RT 14-11016 2010). Valmiita osia käyttäessä myös materiaalihukka pienenee ja työmaatoiminnot ovat hyvin vakioitavissa ja näin ollen mekani-soitavissa. Lisäksi betonirakenteiden tekniset ominaisuudet kuten mekaaninen kanto-kyky ja vakaus, äänen eristävyys, rakennuksen käytön aikainen energiataloudellisuus sekä hyvät palonkesto-ominaisuudet puoltavat sitä, minkä takia betonielementti usein valitaan pienkerrostalon rungoksi. Toki nämä käytännössä samat ominaisuudet löytyvät myös harkolta. Niin ikään betoni koetaan valtavirran keskuudessa turval-liseksi ja terveelliseksi rakenteeksi. (Teollinen valmisosarakentaminen 2018.)

Betonin kierrätys- ja uudelleenkäyttömahdollisuudet ovat parantuneet viime aikoina. Suomessa betonista kierrätetään jopa noin 80 %. Kierrätetystä betonista suurin osa käytetään murskattuna tierakentamiseen rakennekerroksina korvaamaan neitseel-listä kiviaineista, koska betonin käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristön-suojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa (Valtioneuvoston asetus eräiden jät-teiden hyödyntämisestä maarakentamisessa eli ns. MARA-asetus 843/2017). Beto-nilla toteutettaessa rakennekerrokset voidaan toteuttaa kiveä ohuempana, jolloin materiaalmäärät pienenevät. Muissa kierrätysbetonin käyttökohteissa ympäristö-lupa vaaditaan. (Saarinen 2015, 44.)

Maailman laajuisesti rakennusten purusta syntyvä kierrättämätön jäte on osuutena jopa 40–50 % kaikista syntyvistä jätteistä. Lisäksi eri tietolähteistä riippuen sementin valmistaminen aiheuttaa 4–8 % kaikista maailman hiilidioksidipäästöistä. (Tolppanen 2013, 127.) Toisaalta betonin massiiviset rakenteet vähentävät huomattavasti lämmi-tys- ja jäähdytysenergian tarvetta ja näin ollen energiatehokkuus betonirakenteisessa pienkerrostalossa voi olla hyvinkin suuri. (Hytönen & Seppänen 2009, 207.) Kyseinen periaate pätee samalla tavoin harkkorakenteiseen pienkerrostaloon, jossa niin ikään matalaenergia-/passiivitalo-status on esimerkiksi puutaloa huomattavasti helpommin saavutettavissa.

	+	-
Sisäinen ympäristö	<p style="text-align: center;">Strengths / Vahvuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vakiintunut rakentamistapa - Nopeus pystytyksessä - Asumisen energiatehokkuuden vaivaton saavuttaminen - Vaivaton huollettavuus 	<p style="text-align: center;">Weaknesses / Heikkoudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ympäristöhaitat, erit. sementin valmistus - Massiivinen nostokaluston tarve - Monimuotoisuuden ja mielikuvituksen puute
Ulkoinen ympäristö	<p style="text-align: center;">Opportunities / Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rakennusten pitkäikäisyys - ”Näin tehdään, koska näin on tehty aina ennenkin” - Kansallinen ”lobbaus” - Monistettavuus 	<p style="text-align: center;">Threats / Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiukentuvat määräykset päästöjen ja kierrätettävyyden suhteen - Arkkitehtuurisesti haastavien kohteiden lisääntyminen kaupunkikuvassa

Kuvio 1. SWOT-analyysi betonielementtirakenteista verrattuna harkkoon

6.2 Puu(elementit) pienkerrostalojen runkomateriaalina

Suomessa puurunkoisia pienkerrostaloja toteutetaan rankarakenteisina suurelementteinä, pilari-palkkijärjestelmällä sekä nykyisin myös CLT-runkoisina. Niin ikään toteutus on mahdollista tehdä tilaelementeistä tai kaikkien edellä mainittujen yhdistelmänä. (Puurakentaminen 2018; Tolppanen 2013, 40–49.)

Rakennustutkimus RTS:n 2018 toteuttaman tutkimuksen perusteella selviää, että puurakenteisten kerrostalojen määrän odotetaan kaksinkertaistuvan lähivuosien aikana. Puukerrostalojen rakentamista edistävät kuntien puurakentamisen myönteisyys, joka puolestaan juontaa juurensa ilmastotavoitteiden täyttämisestä. Puun käyttäminen rakentamisessa onkin tehokas tapa vähentää rakentamisen hiilijalanjälkeä vertailtaessa koko kiinteistön elinkaarta. Tutkimuksen mukaan puurakenteiden käyt-

tämisen uskotaan yleistyvän paitsi asuintuotannossa myös palvelu- ja hoivarakentamisessa. (Tutkimus: Puukerrostalojen määrän odotetaan tuplaantuvan vuosina 2018–2020. 2018.)

Rakennusteknisesti puun etuina pienkerrostalorakentamisessa voidaan ajatella olevan korkea tehtaan esivalmiusaste, mikä lisää rakenteiden puhtautta ja mittatarkkuutta. Toisaalta liian korkea esivalmiusaste voi asettaa erityisvaatimuksia kuljetukselle, asennukselle ja sääolosuhteille, mikäli puuelementit toimitetaan työmaalle täysin valmispintaisina. On suositeltavaa, että myös pintakäsittelyvaihe toteutettaisiin tehtaalla, jotta riittävän kuivat ja lämpimät olosuhteet on taattu. Lisäksi mainittavana etuna on vaivaton liitostekniikka, joista yleisimmin käytössä ovat naula-, ruuvi-, pulttikiinnitykset sekä naulalevyt ja palkkikengät. Puurakenteisten pienkerrostalojen suunnittelussa erityishuomiota vaaditaan ääneneristävyyden ja paloteknisten asioiden toteutuvuuteen. Ääneneristävyys saavutetaan rakenteissa käyttämällä monikerrosrakenteita toteuttamalla esimerkiksi kaksoisrunkoja. Lisäksi porrashuoneet, hissi-kuilut ja parvekkeet tulee toteuttaa oman kantavan runkonsa varaan, jotta osien runkoäänät eivät välity asuintiloihin. (Tolppanen 2013, 42, 158–161, 172–173.)

Työtekniisesti puurakenteiset pienkerrostalot eivät ole riippuvaisia rakenteiden kuivumisajoista. Toisaalta asennuksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota kosteusriskien minimoimiseen esimerkiksi rakentamalla teltojen alla. Puurakentamisessa säältä suojassa tekeminen on ensisijaista rakenteiden terveellisyyden varmistamiseksi. Nopeimmillaan puurakenteet saadaan asennettua vesikattovalmiiksi pilari-palkkirakenteisena jo muutamissa päivissä. Pelkästään tilaelementtejä hyödynnettäessä on mahdollista loppuunsaattaa pienkerrostalon työmaavaihe kokonaisuudessaan kahdessa kuukaudessa. Tavallisimmillaan pystytys vie pienkerrostalossa aikaa kuitenkin noin viikon per kerros. (Tolppanen 2013, 172–174.)

Puurakenteinen pienkerrostalotyömaa voidaan toteuttaa betonirakenteiseen vastavaan verrattuna ahtaammissa olosuhteissa. Kuitenkin harkkorakentamiseen verrattuna tilaa vaaditaan enemmän. Jotta työmaa saadaan vaivattomasti toteutettua myös ahtaammissa olosuhteissa, vaatii se kuitenkin huolellisempaa työsuunnittelua. Lisäksi puurakentamisessa tulee huomioida, että hankittavien nimikkeiden määrä on

harkko- ja betonirakentamista suurempi. Etukäteen valmistelua ja organisointitaitoja siis tarvitaan. (Tolppanen 2013, 177–178.)

Kustannustekijöiltään puisten pienkerrostalojen on arvioitu olevan kilpailukykyisiä verrattuna eniten tehtyihin betonielementtitaloihin ja näin ollen myös harkkorakenteisiin verrattuna. Joidenkin arvioiden mukaan puukerrostalojen ajatellaan olevan kokonaisuudessaan noin 5 % kalliimpia ja toisaalta joidenkin arvioiden mukaan jopa edullisempia kuin betonirunkoiset talot. Suurimpana tekijänä on työmaavaiheen nopeus, joka vaikuttaa erityisesti työmaahenkilöstön ja kaluston kokonaistaloudellisuuteen. Lisäksi työmaan energian tarve jää usein pienemmäksi, kun työvaiheet ovat kiviä toteutettavia. Sijoittajien näkökulmasta pääoman sitoutumisaika puurunkoisen rakennuksen työmaahan on lyhempi verrattuna muista runkomateriaaleista toteutettuihin kohteisiin. Myös vuokra- tai myyntituoton kertyminen alkaa pian hankkeen käynnistymisestä. Toisaalta kustannuksia lisääviä tekijöitä puurakentamisessa ovat automaattiset sammutusjärjestelmät, monirakenteiset välipohjat ja ulkoseinät sekä suhteessa suuremmat suunnittelukustannukset. Ennustettavissa on, että puurakentamisen kokonaiskustannukset alenevat entisestään, mikäli tulevaisuudessa käyttöön otetaan esimerkiksi hiilijalanjäljen koosta johtuvat lisämaksut. (Puu tulee rakentamisen valtavirtaan 2018; Tolppanen 2013, 175–176.) Kokonaiskäyttökustannuksiltaan puisen pienkerrostalon käytön kustannukset eivät juurikaan eroa muusta normaalista tasosta, mutta energiankulutuksen on arvioitu puutalossa olevan 5..6 % pienempi kuin vastaavassa kivirakenteisessa (Puurakentaminen 2018).

Ympäristöministeriö rahoittaman puukerrostalojen asukas- ja rakennuttajakyselyn mukaan puukerrostaloasuminen saa eritoten kiitosta hyvistä ääneneristysominaisuuksista. Lisäksi asukkaat ovat tyytyväisiä puurakenteiden tuomaan viihtyvyyteen, kauneuteen, lämminhenkisyyteen sekä kodikkuuteen. Ääneneristävyuden osalta puukerrostalojen ominaisuudet ovat kehittyneet paljon aiempiin vuosikymmeniin verrattuna. Niin ikään tutkimuksesta kävi ilmi, ettei palomääräysten mukainen pakollinen sprinklerijärjestelmä erityisemmin vaikuta asumismukavuuteen, vaan päinvastoin järjestelmien koettiin lisäävän asumisturvallisuutta. Tutkimuksen perusteella iso osa

puukerrostaloasukkaista kokee puutalossa asumisen terveelliseksi ja ekologiseksi vaihtoehdoksi ja myöntää näiden seikkojen vaikuttaneen asunnon ostopäätökseen. (Puukerrostalojen asukkaat tyytyväisiä, erityisesti ääneneristykseen 2017.)

Yleisesti puurakentamisen valttina voidaankin ajatella olevan sen ympäristöystävällisien vaikutusten lisäksi suuri sosiaalinen hyöty suomalaisille. Puurakentamisen ajatellaan lisäävän kotimaista hyvinvointia, sillä se tukee kotimaan taloutta. Puun lisääminen rakentamisessa kasvattaa suomalaista puutuotantoa, pienentää tuontitarpeita ulkomailta sekä luo työpaikkoja koko Suomen laajuisesti, myös kaupunkikeskittymien ulkopuolelle. Suurin potentiaali puun käytön edistämässä onkin juuri puurakentamisen laajentumisessa myös muualle kuin pientalosektorille. (Tolppanen 2013, 11–14.)

	+	–
Sisäinen ympäristö	<p style="text-align: center;">Strengths / Vahvuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Koettu kodikkuus, viihtyisyys - Korkea tehtaan valmiusaste - Nopea pystytys - Ei riippuvaisuutta kuivumisajoista 	<p style="text-align: center;">Weaknesses / Heikkoudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valmispintaisuus asettaa korkeita laatu-kriteerejä kuljetukselle ja asennukselle - Kosteudenhallinnan järjestämisen tärkeys - Suunnittelussa kiinnitettävä erityishuomio ääneneristävyyden ja paloteknisten seikkojen toteutuvuuteen
Ulkoisen ympäristö	<p style="text-align: center;">Opportunities / Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Käyttäjien ekologiset arvot - Mielikuva terveellisyydestä - Tiukentuvat ympäristömääräykset ja uusiutumattomien luonnonvarojen käytön rajoittaminen 	<p style="text-align: center;">Threats / Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiukat palomääräykset - Lämmöneristysvaatimusten saavuttaminen massiivirakenteisissa - Säädösten ja lakien vaihtelu - Puun heikko uusiokäyttömahdollisuus

Kuvio 2. SWOT-analyysi puurakenteista verrattuna harkkoon

7 Teemahaastattelujen tulokset

7.1 Harkon käyttömahdollisuudet pienkerrostalomarkkinalla

Moni vastaajista koki harkon erityiseksi hyödyksi sen hyvän saatavuuden. Betonielementtien saatavuusongelmat ovat olleet monelle rakentajalle ajankohtaisia jo pitkään ja harkon koettiin tuovan helpotusta ja vartenotettavan vaihtoehdon niihin tilanteisiin, kun betonielementtejä ei yksinkertaisesti ole saatavilla määritettyyn aika- tauluun mennessä. Lisäksi mainittiin harkon riskittömyydestä hankintojen suhteen. Harkkoja ei tarvitse tilata kaikkia työmaalle kerralla, vaan niitä on käytännössä heti saatavilla edellisten loppuessa. Positiivisena mainintana kerrottiin niin ikään harkkojen hinnan vakaus. Betonielementtien kohdalla hintatason vaihtelu on suurta kysynnän kasvaessa.

Ja nyt kun oli tää rakennusbuumi, niin niiden elementtien saatavuus olisi ollut iso ongelma. Ja siinä nähtiin isoja riskejä, että saadaanko se tehtyä elementeistä ja tuleeko ne ajoissa, onko niissä virheitä, joutuuko niitä palauttamaan. Niin se oli iso tekijä. Että kiveä on aina saatavilla ja se saadaan joustavasti toteutettua ja sitten sitä voidaan tilata aina tarvittaessa lisää, jos ne loppuu kesken tai yks menee rikki niin sitten vain toinen tilalle. Että se on paljon riskittömämpää rakentaa harkoista.

Ja tietysti nosturiahhan sinne ei tarvittu juuri mitään, että kurottajalla ne pystyi nostamaan sinne telineille. Omat hyvät ja huonot puolet. Vähän joustavampaa tietysti harkoilla, eikä aikataulutkaan ole niin tiukkoja eikä tarvi sitä logistiikkaa niin tarkkaan mieltä siellä työmaalla.

Työtekniikan osalta positiivisen vastaanoton sai harkkorakentamisen joustavuus ja logistiikan helpompi hallittavuus. Nostureita ei harkkorakentamisessa tarvita välttämättä lainkaan työmaalle, eikä harkkorakentaminen ole niin tarkkaan aikataulusidonnaista kuin elementtirakentamisessa. Yksi vastaajista kertoi harkon valikoituneen runkomateriaaliksi nimenomaan sen takia, ettei vuokrakalustoa logistiikan suhteen tarvinnut käyttää lainkaan, vaan koko rungon pystytys hoitui omilta telineiltä. Lisäksi mittavirheiden korjaamisen koettiin olevan helpompaa betonielementteihin verrattuna. Myös sähköasennusten joustavuus sai kiitosta.

”Muutama tunti ennen valua, niin sähkömies vielä asensi, tai teki muutoksia. Sehän ei elementteihin oikein onnistu, muuta kuin roiloomalla sitten.”

Aikataulullisesti harkkorakentamista on monen vastaajan mielestä helppo hallita. Erityisen mukavaksi koettiin mahdollisuus säädellä aikataulua itse, mikä ei välttämättä elementtirakenteiden kanssa ole mahdollista. Lisäksi harkot mahdollistivat yhdellä vastaajista työmaan nopean aloituksen, missä rakentaminen aloitettiin heti luvan varmistuttua.

Hieman erityisempänä etuna yksi vastaajista mainitsi mahdollisuuden rapata suoraan harkon päälle. Elementeissä rappauksia on jouduttu ajoittain järjestämään eristeen päälle toteutettuna, johon esimerkiksi pääkaupunkiseudun rakennusvalvonta ei suhtaudu myönteisesti. Niinpä on koettu, että harkkorakenteiset ratkaisut ovat joiltain osin Suomea menneet helpommin lupaprosessin läpi nimenomaan pintakäsittelyn turvallisen toteutustavan vuoksi. Käytön kannalta harkko sai kiitosta hiljaisuudestaan ja lämmöneristävyystään. Hyväksi seikaksi mainittiin kahdella vastaajalla halkeilun vähäisyys.

7.2 Harkon koetut heikkoudet kohdemarkkinoilla

Neljä viidestä vastaajista oli valinnut harkon vasta toissijaisena vaihtoehtona runkomateriaaliksi. Usein taustalla oli betonielementtien saatavuuden ongelmat. Niinpä monen vastaajan käyttöön harkko oli päätynyt vasta sitten, kun ensin päätettyä materiaalia ei ollutkaan vaivattomasti saatavilla. Yleisesti kolme vastaajaa viidestä suhtautui harkkorakentamiseen tietyllä varauksella, eikä kokenut sitä ensisijaiseksi vaihtoehdoksi runkomateriaalia valittaessa. Tämä johtui suurelta osin aikaisemman kokemuksen puutteesta, sillä näille kolmelle vastaajalle elementtirakentaminen oli tutumpaa.

Mainintana koetuksi ongelmaksi harkon käytössä muodostui työvoiman heikko saatavuus. Erityisesti suomalaisen työvoiman saaminen nopealla aikataululla saattoi tuottaa vaikeuksia. Eli vaikka harkon saatavuus itsessään olisi ollut kiitettävää, ei teki-

jöitä muuraamiseen kuitenkin välttämättä löytynyt yhtä nopeasti. Ammattitaitoisten muurareiden lisäksi osaavien mittamiesten löytäminen oli kuuleman mukaan haastavaa.

”No jos otetaan se sama harkkourakoitsija ynnä muut, niin kyllä mä sitten mieluummin ehkä käännyn siihen betonielementtiasennukseen.”

Ammattitaitoisten työntekijöiden ja harkkorakentamiskokemuksen puutteiden vuoksi yhdelle vastaajista harkot olivat aiheuttaneet lisäkorjaustarpeita halkeamien suhteen. Työtekniikka esimerkiksi korkeissa huonetiloissa ei ollut etukäteen selvillä ja seiniin oli jonkin ajan kuluessa muodostunut isoja vinohalkeamia. Työturvallisuuden kannalta mietityttäviksi asioiksi nousivat suurempi telinetöiden tarve sekä ergonomiaongelmat painavien harkkojen ladonnassa.

Harkkojen talvirakentamismahdollisuudet koettiin myös useiden vastaajien osalta melko heikoiksi, erityisesti valuharkkoja käytettäessä. Koettiin, että harkkojen hyödyntäminen pakkasella on hieman huonoa. Toisaalta ohutsaumattavien tuotteiden käyttö on ulkoilman lämpötilan suhteen melko riippumatonta.

7.3 Harkkojen tulevaisuus pienkerrostalorakentamisessa

Neljästä vastauksesta kävi ilmi, että tutkimukseen otettu referenssikohde oli heidän ensimmäisensä nimenomaan harkkorunkoisesti toteutettuna. Tulevaisuuden kannalta harkkorakentamisen uskottaisiin yleistyvän, mikäli suunnittelu- ja asennusapua harkkorakentamiseen olisi saatavilla esimerkiksi harkkotehtaiden kautta. Näin ollen kynnys harkkorakentamiseen madaltuisi, kun kaikkea uuden materiaalin käytöstä johtuvaa selvitystyötä ei tarvitsisi tehdä itse.

”Vähän meni meilläkin harjoittelun puolelle, kun ei siitä ollut aiempaa kokemusta, niin meni aikaa siihen perehtymiseen.”

Yksi vastaajista kertoi, että on pitkään tehnyt yhteistyötä erään harkkotoimittajan kanssa. Yhteistyön tuloksena on esimerkiksi innovoitu täysin uudenlainen harkkotuote, jonka lujuus vastaa paremmin pienkerrostalorakentamisen vaatimuksia. Lisäksi yhteistyö on poikanut paljon suunnittelussa hyödynnettävää detaljiikkaa, joka helpottaa eri ratkaisujen toteuttamista. Vastaaja mainitseekin, että muille toimijoille harkkorakentamiseen lähteminen voisi olla vaivattomampaa, mikäli pienkerrostalomaailmaan tarkoitettuja harkkodetaljeja olisi helpommin saatavilla. Erityisesti mainintana oli ääni- ja paloteknisten vaatimusten huomioivien detaljien saatavuuden parantaminen. Nyt harkkosuunnittelun järjestäminen on ehkä hieman vaivalloista, sillä harva suunnittelijakaan on käyttänyt kohteissaan aiemmin harkkoa materiaalina.

Kukaan vastaajista ei kokenut suureksi ongelmaksi harkon hieman hitaampaa rungon pystytysaikaa elementteihin verrattaessa. Ilmeni, että monella vastaajista runkoon oli harkkorakenteisena kulunut oletettua vähemmän aikaa, eikä koko hankkeen läpivientiaika ollut vienyt kuukautta enempiä ylimääräistä elementtirakenteiseen vastavaan verrattuna. Vaikuttaisikin, ettei tämä oletettu seikka pystytysnopeuden suhteen ole lainkaan suureksi ongelmaksi koettava tekijä.

Kaikki vastaajat olivat lausunnoissaan sitä mieltä, että harkon käyttöä runkorakenteissa täytyy tarkastella aina tapauskohtaisesti. Jokainen vastaaja näki harkon omaavan tiettyjä etuja rakentamisessa, mutta usein edut koskivat erityistilanteita, esimerkiksi ahtaita työmaita tai monimuotoisia rakenneratkaisuja. Valtavirran käyttöön harkkoa ei välttämättä koettu tulevaisuudessakaan, vaan sen nähtiin palvelevan nimenomaan hieman erityisempiä tarpeita. Tällä erää harkot koettiin yleisesti nimenomaan pientalojen, sokkeleiden, kellarikerrosten rakennusmateriaalina.

Harkon hinnan vertautumisesta muihin materiaaleihin ei osattu muodostaa vankkaa mielipidettä. Kuitenkaan harkon hintaa, huomioiden myös kasvava työmäärä, ei koettu ongelmalliseksi. Kukaan vastaajista ei pudottaisi harkkoa runkomateriaalivaihtoehtoista pois ainakaan hinnan vuoksi.

Yksi vastaajista on erikoistunut harkkorakentamiseen jo useiden vuosien ajan. Toiminta on alkanut ensin omakotitaloista ja laajentunut myöhemmin harkoista tehtäviin pienkerrostaloihin. Siirtymä on ollut luonnollinen omakotitalokysynnän heikentyessä ja muurauksosaamisen löytyessä jo omasta takaa. Tehokkaiden ja hioutuneiden työskentelytapojen vuoksi vastajaa kertoi harkkorakentamisen olevan heille helposti edullisin tapa rakentaa verrattuna mihin tahansa muuhun materiaaliin.

”Ja sitten samaan aikaan, kun on rakentaminen vilkastunut ja sitten kun on elementtien toimitusajat mennyt älyttömän pitkiksi ja hinta noussut pilviin, niin kyllä se on meille tänä päivänä se edullisempi tapa tehdä talo harkoista kuin elementistä.”

Se on tietysti selvä, että jos joku iso rakennusliike, joka ei ole tehnyt muurauksia 50 vuoteen, niin jos heidän pitäisi tarjota yksi tällainen muurattu kohde, niin ihan sillä, että se on erilainen ja heidän prosessejaan ei ole viilattu siihen, niin kyllähän ne sen hinnoittelee sitten eri tavalla.

Yleisesti voitane sanoa, että suurin merkittävä tekijä harkon käyttämiseen tai vastaavasti käyttämättömyyteen on päättäjätason omat vallitsevat asenteet tai tottumus tehdä asioita aiemmin hyväksi koetulla tavalla. Kokonaan uuden työtavan opettelu esimerkiksi omissa gryndaus-kohteissa koetaan riskiksi taloudellisen onnistumisen kannalta. Helpoin valinta on päätyä samoihin, jo aiemmin tuttuihin työmenetelmiin, jotka saadaan hoidettua tuttujen aliurakoitsijoiden, toimittajien ja muiden sidosryhmien kautta. Harkkorakentamisen voitaisiinkin ajatella soveltuvaksi nimenomaan erityisesti yrityksille, joille harkkorakentaminen olisi jo muusta aiemmasta kontekstista tuttua. Tällöin työmenetelmät pysyisivät samoina, jonka johdosta esimerkiksi aikataulua ja kustannuksia olisi helpompi ennustaa myös isompiin harkko-kohteisiin.

8 Johtopäätökset

8.1 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimusta voidaan pitää suhteellisen luotettavana kuvauksena nimenomaan kyseisten referenssikohteiden edustajilta. Ei ole syytä olettaa, että haastateltavat olisivat peitelleet tai liioitelleet vastauksiaan. Viiden haastattelun perusteella ei voida tehdä

kuitenkaan vielä suuria johtopäätöksiä, mutta aineisto osoittaa joitakin ajatuksia ja asenteita harkkojen käyttöä kohtaan pienkerrostalorakentamisessa. Jo näin pienellä otannalla on nähtävissä, että harkon käyttö jakaa suuresti mielipiteitä kohdemarkkinoilla. Eroavaisuudet johtuvat monista eri seikoista ja esimerkiksi negatiiviset harkon käyttökokemukset voivat johtua täysin eri asioista eri haastateltavien keskuudessa. Harkkoteollisuuden kannalta tämä on olennainen seikka ymmärtää jatkotoimenpiteitä suunniteltaessa.

Pienen vastaajamäärän lisäksi tutkimuksen reliabiliteettia voidaan kyseenalaistaa tiilaajan valikoimien haastattelukohteiden suhteen. Toisaalta on oletettavaa, ettei referenssikohteita juurikaan löydy lisää vielä tällä hetkellä Suomesta. Lisäksi esille tulleiden vastausten perusteella on havaittavissa, ettei haastatelluilla ollut lainkaan keskenään yhteneväistä linjaa harkkojen käytön suhteen pienkerrostalorakentamisessa. Tuntui, etteivät vastaukset olleet etukäteen mietittyjä tai liiaksi siloteltuja, vaan haastateltavat vastasivat autenttisesti omien tuntemustensa mukaan.

Joidenkin haastateltavien kohdalla työkiireet häiritsivät perusteellisen vastauksen antamista. Oli huomattavissa, että haastattelusta pyrittiin pääsemään jokseenkin nopeasti eroon ja osan kohdalla jäi tunne, ettei aihepiiriä pidetty kovinkaan kiinnostavana. Valitettavasti muutamissa haastatteluissa vaikutti, että haastateltavalla olisi saattanut olla vielä paljon muutakin kerrottavaa, mutta erityisesti ajanpuutteen vuoksi ei halunnut enää käyttää lisää resursseja haastatteluun. Voi olla, että jos haastattelut olisi pystytty järjestämään kasvotusten esimerkiksi haastateltavien omilla toimitoilla, olisi haastatteluista saatu vieläkin kattavampia.

Haastatteluista huomioitavaa on myös se, että muutamalla vastaajista oli vain ja ainoastaan yhdestä harkkorunkoisesta kohteesta kokemusta. Myös haastateltavat itse ottivat esille, että osa negatiivisista tai huonoista kokemuksista johtui osaltaan siitä, että koko työkohde meni rungon osalta harjoitteluun. Niinpä huomionarvoista on, että kokemuksen karttuessa myös koettu hyöty ja harkkorakentamisen positiiviset puolet tulisivat paremmin esille.

Yleisesti ottaen tutkimus antoi mielenkiintoisia tuloksia vastaajien näkemyksistä harkkorakentamisen hyödynnettävyyteen liittyen. Ennako-olettamuksena ennen tutkimuksen tekoa oli, että jokaisella vastaajalla oli jokin erityinen syy, miksi harkon käyttöön oli päädytty. Toisaalta yllättävänä asiana tuli, ettei harkkoa suinkaan ehdotta koettu kaikin puolin hyväksi vaihtoehdoksi, vaan suuri osa vastaajista kertoi, ettei välttämättä laajenna harkon käyttöä tulevaisuuden kohteisiin sen laajemmalti.

Tutkimus vastaa kaiken kaikkiaan hyvin aiemmin rajattuun tutkimusongelmaan ja antaa nimenomaan pienen otannan kautta melko laajankin näkemyskannan sille, miten harkko koetaan pienkerrostalorakentamisessa. Tulokset eivät suinkaan olleet ennalta ennustettavissa. Erityisesti harkkoon kohdistuvat kokemukset, niin positiiviset kuin negatiivisetkin, jakoivat paljon mielipiteitä ja lähes jokainen vastaaja koki harkon käyttöpotentiaalin hyvin eri tavalla ja eri näkökulmista.

8.2 Tutkimuksen hyödynnettävyys

Harkkoteollisuuden yritysten kannalta tulevaisuudessa olisi kiinnitettävä erityistä huomiota harkkorakentamisen kynnyksen madaltamiseen urakoitsijoiden keskuudessa. Ensimmäisen harkkokohteen aloittamisen kynnystä voitaisiin alentaa järjestämällä esimerkiksi koulutuksia ja infotilaisuuksia harkkojen käytöstä halutulla sektorilla. Myös esimerkiksi tehtaan puolelta tuleva asennusapu harkkokohteen toteuttamisessa voisi olla joillekin rakennusliikkeille toivottu lisäpalvelu.

Tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että harkon käyttö soveltuisi erityisen hyvin jo aiemmin harkkorakentamiseen erikoistuneille rakennusalan yrityksille, joilla olisi tahotilana tai mahdollisuutena laajentua esimerkiksi pientalorakentamisesta pienkerrostalosektorille. Niin ikään, mikäli harkkoa syystä tai toisesta käyttävät sellaiset toimijat, jotka ovat aiemmin rakentaneet lähinnä elementtirakenteisia kohteita, tulisi uuden materiaalin käyttö huomioida kaikessa resursoinnissa alusta lähtien. Näin negatiiviset kokemukset minimoitaisiin ja harkon käyttöpotentiaali nähtäisiin vahvempaan myös jatkossa.

Vaikuttaa siltä, että harkko runkomateriaalina on pienkerrostalorakentamisessa vielä niin tuntematon ja vähän käytetty asia, ettei yksiselitteisiä mielipiteitä sen käytön mahdollisuuksista ole ehtinyt muodostua. Esille tulleita tuloksia ei voidakaan vielä täysin yleistää harkkoteollisuuden toimijoiden hyödynnettäväksi, eikä suuria kehityslinjauksia ole syytä tehdä vain muutamien kokemusten perusteella. Tällä erää hyödyllisintä pienkerrostalosektorille laajennuttaessa olisikin lisätä markkinoinnin ja yleisen näkyvyyden kautta tietoisuutta ja uskallusta rakennusliikkeiden ja rakennuttajien keskuuteen. Niin ikään, harkkorunkoisia pienkerrostaloja rakentuessa verrattain verkkaisesti, olisi harkkovalmistajien hyvä kerätä jokaisesta valmistuneesta kohteesta palautetta, jonka avulla harkkojen koetut heikkoudet ja hyvät puolet saataisiin laajemmalti esille.

Joihinkin esille tulleeisiin negatiivisiin käyttökokemuksiin, kuten muurareiden ammatitaidottomuuteen voi harkkoteollisuuden itsensä olla vaikea vaikuttaa. Toisaalta kattavat asennus- ja käyttöohjeet sekä helposti saatavilla olevat, pienkerrostalorakentamisen suunnitteluratkaisut detaljeineen edesauttavat jo paljon asiaa. Samalla tapaa rakentajia kiinnostavia asioita ja harkon potentiaalia kasvattavia tekijöitä voisivat olla esimerkiksi harkkoteollisuuden tarjoamat työmaiden yleisaikataulut työmäärälaskelmineen, joilla osoitettaisiin harkon käytön aikataulu- ja resurssivaikutukset. Kaiken kaikkiaan harkko voitaisiin nähdä laajemmalti joissain kohteissa järkevänä vaihtoehtona, mikäli tietoa harkon käytöstä pienkerrostalorakentamisessa olisi mahdollisimman paljon, nimenomaan suunnittelijoiden, tuotannon ja rakennuttajien keskuuteen.

Tutkimuksen tulokset auttavat harkkoteollisuuden toimijoita saamaan hieman käsitystä siitä, minkälainen vastaanotto pienkerrostalomarkkinalla heillä saattaisi nykyisellään olla. Ja toisaalta aineisto myös auttaa hahmottamaan erilaisia näkökantoja, mitkä asiat harkkorakentamisessa koetaan tällä hetkellä vaikeiksi ja mitkä puolestaan sujuviksi. Jatkossa on syytä pohtia, millaisia tuotekehityksellisiä toimenpiteitä olisi tulevaisuudessa innovoitava, jotta harkkoa ei miellettäisi pienkerrostalosektorilla runkomateriaalina hitaaksi, työmenetelmiltään hankalaksi tai vasta toissijaiseksi vaihtoehdoksi runkomateriaalia valittaessa.

8.3 Kehitys- ja jatkotutkimusehdotukset

Tutkimus antaa aihetta lisätutkimuksille moneltakin kannalta. Nyt haastateltavat koostuivat lähinnä urakoitsijoiden edustajista, eikä tilaajan/käyttäjän tai suunnittelijoiden näkökantoja otettu lainkaan huomioon. Otannan yksipuolisuuden vuoksi jonkinasteinen lähdekritiikki onkin paikallaan (Alasuutari 1995, 95).

Tulosten moninaisuuden ja variaation kannalta relevanttia voisi olla sisällyttää tutkimukseen myös tilaajien, käyttäjien ja suunnittelijoiden edustajia. Tilaajan/käyttäjän kannalta saataisiin enemmän käyttökokemuksellisia seikkoja esille, huomioiden esimerkiksi harkon ääni- ja lämpötekniset asiat. Niin ikään tilaajilta voisi saada näkemystä harkon kustannusten jakautumisesta. Suunnittelijoiden osalta voitaisiin saada enemmän näkemystä siihen, miten harkko vertautuu materiaaliominaisuuksiltaan suurimpiin kilpailijoihinsa betoni- ja puuelementteihin ja toisaalta mikä on yleisimmin se suunnitteluperuste, jolla pienkerrostalojen runkomateriaali valikoituu.

Yleisesti olisi myös mielenkiintoista tutkia harkon käyttöä elinkaariajattelu ja ympäristöystävällisyys huomioiden. Tällaisenaan tutkimus keskittyi lähinnä harkon käyttöön rakentamisvaiheessa käsitellen esimerkiksi työmaatekniikkaa. Elinkaaren kannalta olisi olennaista tutkia harkon ympäristövaikutuksia ja kierrätettävyyttä, ajankestävyyttä, elinkaaren kustannuksia huomioiden ylläpito-, huolto- ja korjauskulut sekä esimerkiksi arkkitehtuurisia mahdollisuuksia ja muunneltavuutta. Nytkin elinkaarta pyrittiin sivuamaan esimerkiksi tiedustelemalla referenssikohteiden edustajien mielikuvia harkkojen ekologisuudesta ja huoltohelppoudesta. Kävi kuitenkin ilmi, ettei kellään haastateltavalla ollut näihin käytännössä mitään sanottavaa, minkä vuoksi elinkaari- ja ekologisuusnäkökulma jätettiin työssä hyvinkin ohueksi.

Harkon käytön toivottavasti yleistyessä tulevaisuudessa pienkerrostalorakentamisessa, tarkoituksenmukaista olisi uusia tutkimus jollain tapaa myöhemmin, hieman suuremmalla otannalla. Mitä enemmän kokemuksia ja näkemyksiä aiheesta saataisiin, sitä luotettavammin harkkoteollisuuden olisi mahdollista kehittää toimintaansa jatkossa kysyntää paremmin vastaavaksi.

Lähteet

A 848/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Suomen säädöskokoelma. Viitattu 23.10.2018.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>.

A 1010/2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Suomen säädöskokoelma. Viitattu 23.10.2018.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>.

Alasuutari, P. 1995. Laadullinen tutkimus. 3. uud. p. Tampere: Osuuskunta Vastapaino.

Betoniteollisuus ry. 2018. Betoni.com Viitattu 12.10.2018.

<https://betoni.com/yhteystiedot/betoniteollisuus-ryn-yhteystiedot/>.

Cázares, G. 2016. This self-build concrete block system reduces construction time by 50 %. ArchDaily.com. Viitattu 27.10.2018. <https://www.archdaily.com/795653/this-self-build-system-reduces-construction-time-by-50-percent>.

Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Osuuskunta Vastapaino.

Franco, J. T. 2018. Concrete blocks in architecture: How to build with this modular and low-cost material. ArchDaily.com. Viitattu 27.10.2018.

<https://www.archdaily.com/889657/concrete-blocks-in-architecture-how-to-build-with-this-modular-and-low-cost-material>.

Hytönen, Y., Seppänen, M. 2009. Tehdään elementeistä. Helsinki: SBK-säätiö.

Kavaja, R. 1998. Muuraustyöt. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Khan, M. W. 2016. Comparison of construction practices in different countries. Bradley University. Viitattu 27.10.2018.

<https://www.linkedin.com/pulse/comparison-construction-practices-different-countries-khan/>.

Mannila, M. 2018. Lammin Betoni lanseeraa uuden valueristeharkon - ”Tämä on meille iso satsaus”. Rakennuslehti. Viitattu 18.10.2018.

<https://www.rakennuslehti.fi/2018/10/lammin-betoni-lanseeraa-finnbuildissa-uuden-valueristeharkon-tama-on-meille-iso-satsaus/>.

Petrow, S. & Kaskiaro, T. Harkkokäsikirja 2016 – Kevytsoraharkot ja betoniharkot. Betoniteollisuus ry:n julkaisu. Saatavilla Betoni.com-sivustolla.

<https://betoni.com/betonirakentaminen/harkkorakentaminen/>.

Pienkerrostalo harkoista. 2018. Betoniteollisuus ry:n julkaisu. Saatavilla Betoni.com-sivustolla. <https://betoni.com/betonirakentaminen/harkkorakentaminen/>.

- Puukerrostalojen asukkaat tyytyväisiä, erityisesti ääneneristykseen. 2017. Ympäristöministeriö. Viitattu 10.10.2018. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Puukerrostalojen_asukkaat_tyytyvaisia_er\(43584\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Puukerrostalojen_asukkaat_tyytyvaisia_er(43584)).
- Puurakentaminen. 2018. Puuinfo.fi. Viitattu 8.10.2018. <https://www.puuinfo.fi/puutieto/puurakentaminen>.
- Puu tulee rakentamisen valtavirtaan. 2018. Puuinfo.fi. Viitattu 8.10.2018. <https://www.puuinfo.fi/tiedote/puu-tulee-rakentamisen-valtavirtaan>.
- Rakennustöiden laatu 2017. Talonrakennusteollisuus ry & Rakennustietosäätiö RTS sr. 11. uud. p. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- RT 35-10844. 2005. Betoniharkot. RT-kortisto.
- RT 14-11016. 2010. Runko RYL 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset– Talonrakennuksen runkotyöt. Rakennustietosäätiö RTS. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Saarinen, S. 2015. Kansainväliset esimerkit osoittavat, että potentiaalia on. Kierrätysbetonin käyttö ympäristörakentamisessa. Viitattu 16.11.2018. Betoni.com -julkaisu. https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/08/BET1502_44-49.pdf.
- Siikanen, U. 2009. Rakennusaineoppi. 7 p. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Suikka, A. 2012. Talonrakentamisen tuottavuutta ja laatua kehittämään. Viitattu 26.10.2018. Betoniteollisuus ry:n julkaisu. Saatavilla elementtisuunnittelu.fi-sivustolla. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/tekniset-artikkelit>.
- Teollinen valmisosarakentaminen. 2018. Elementtisuunnittelu.fi. Viitattu 19.10.2018. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen>.
- Tolppanen, J. 2013. Suomalainen puukerrostalo – rakenteet, suunnittelu ja rakentaminen. Opetushallitus, Puuinfo.
- Tutkimus: Puukerrostalojen määrän odotetaan tuplaantuvan vuosina 2018-2020. 2018. Ympäristöministeriö. Viitattu 10.10.2018. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Tutkimus_Puukerrostalojen_maaran_odoteta\(47908\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Tutkimus_Puukerrostalojen_maaran_odoteta(47908)).
- Vilkkä, H. 2005. Tutki ja kehitä. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Vuorinen, T. 2013. Strategiakirja – 20 työkalua. Helsinki: Talentum Media Oy.
- Why Concrete Block. 2018. ConcreteBlockHomes.com. Viitattu 27.10.2018. <https://concreteblockhomes.com/why-concrete-block/>.

Liitteet

Liite 1. Teemahaastattelurunko (teemoittelu + apukysymykset)

Kohde:

Kerro kohteesta, joka toteutettiin harkoilla.

Miten harkko valikoitui materiaaliksi?

Mitä muita vaihtoehtoja oli?

Päällimmäiset käyttökokemukset?

Rakennusprosessi:

Millaisia kohteita on toteutettu aiemmin?

Mikä muuttui, kun materiaalina oli harkko?

Mikä sujui paremmin / mikä huonommin? (aikataulu, työvoima, suunnitteluprosessi)

Hinta:

Kuinka harkon hinta vertautui muihin?

Miten koet harkon hintakilpailukyvyyn?

Laatu:

Kuvaile harkon laatutekijöitä. Mikä tekee harkosta laadukkaan?

Mihin olitte tyytyväisiä harkossa? (Hyödyt)

Mitkä olivat harkon haittapuolia? / Mitä ongelmia kohtasitte?

Kerro kohteen reklamaatioista / käyttökokemuksista.

Suosittelavuus:

Minkälaisiin kohteisiin harkko parhaiten sopii?

Miksi suosittelisitte eteenpäin muillekin kohderyhmän edustajille?

Miksi ette suosittelisi?

Mitä tekisitte eri tavalla jatkossa?

Aiotteko toteuttaa vastaavia kohteita uudelleen?

(Elinkaari:

Miten arvioisitte harkon ekologisuutta / huollettavuuden helppoutta / kokonaistaloudellisuutta koko kiinteistön elinkaaren ajalta?)